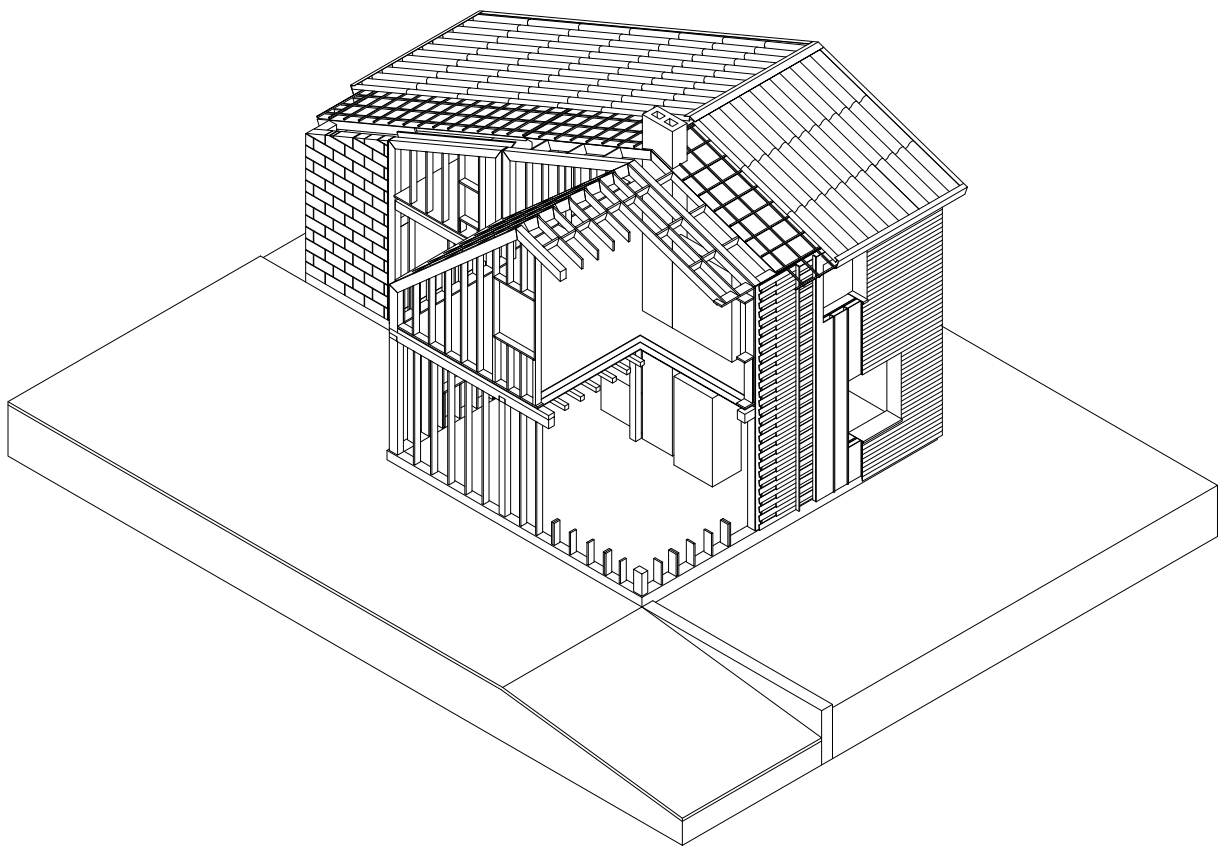


EL PASADO DE LA MADERA EN EL FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN LITUANA

Por: Justas Jankunas

Tutor: Jordi Ros Ballesteros
Tribunal: Àmbit de Tecnologia
por Jose Maria Gonzales Barroso



-ÍNDICE-

-RESUMEN:	1-
-INTRODUCCIÓN:	2-
-ÁNALISIS:	4-
-ETAPA 1°:	5-
-ETAPA 2°:	8-
-ETAPA 3°:	16-
-CONCLUSIÓN:	19-
-BIBLIOGRAFÍA:	20-

-RESUMEN-

Construcción de viviendas unifamiliares en madera, una de las principales tipologías que compone las ciudades de Lituania. Esta herencia constructiva se está perdiendo en estos últimos años, siendo una potencia en la producción de madera en el mercado europeo. En este trabajo de investigación se analiza las principales características de esta tipología constructiva extendida a lo largo de todas las ciudades del país. Y se estudia el impacto que generan estas en el medio ambiente que las rodea.

Para poder realizar esta investigación y que esta pueda tener una trascendencia sobre estas viviendas, se escoge una vivienda unifamiliar tipo que cumpla con las principales características constructivas de esta tipología de viviendas. Esta vivienda se analizará en detalle para poder tener una clara idea de su funcionamiento constructivo y las técnicas empleadas en su construcción. Este análisis constructivo permitirá tener una clara idea de cuáles son los puntos más fuertes y cuáles son las principales desventajas, para poder posteriormente realizar una propuesta de mejora que sea capaz de adaptarse a esta tipología constructiva y de esta forma volver a dar vida a estas viviendas.

Otro punto importante de este análisis de esta vivienda es estudiar el funcionamiento y el impacto que genera el sistema de climatización empleado en esta. Al tratarse de una de las principales y más extendidas tipologías de viviendas generan entre ellas un impacto medioambiental muy importante. Se trata de un sistema de chimeneas las cuales funcionan con la combustión directa de la madera, este sistema de chimeneas es el empleado por la mayoría de estas viviendas unifamiliares incluso parte de las viviendas modernas.

Combinando el estudio previo del funcionamiento constructivo de la vivienda y el análisis del sistema de climatización, se propone un nuevo sistema climático que sea capaz de integrarse en este tipo de viviendas sin tener que llegar a realizar obras de grandes dimensiones. Con el objetivo de que la mayoría de estas viviendas se puedan permitir realizar esta rehabilitación.

Con esta propuesta se crea la posibilidad de alargar la vida de estas viviendas impidiendo que estas sean abandonadas o demolidas, para construir una igual pero más moderna. Al mismo tiempo estamos logrando proporcionar un ambiente mucho más sostenible tanto ambientalmente como socialmente.

-Introducción-

La arquitectura tiene una gran parte de responsabilidad en el impacto ambiental, debido a que la mayoría de las actividades de la humanidad se concentran en ella. Por ello esta debe de ser respetuosa con el medio ambiente, es lo que se domina como arquitectura sostenible.

La arquitectura sostenible se basa en la preservación del medio en el que se encuentra, teniendo en cuenta el material de construcción, el ahorro energético y el impacto ambiental a largo plazo. Por ello desde el día de su construcción hasta el día de su posible demolición tiene que causar el mínimo impacto posible.

El elemento que mas interviene en la arquitectura es el material de construcción, este debe de generar el mini impacto posible desde su creación hasta el día de su utilización y si ademas es reutilizable ayudara a bajar la cantidad de residuos. Uno de los materiales por excelencia que cumple los requisitos de la arquitectura sostenible es la madera.

La producción de la madera en Europa se concentra en los países de norte, siendo los países Bálticos uno de los más productivos en el sector forestal. Entre ellos Lituania con un 30% del territorio cubierto por bosque con una frondosa vegetación. Basando parte de la economía del país en la explotación de este, mediante una explotación forestal sostenible como es el caso de Canada.

Esta gran presencia del territorio forestal se ve reflejada tanto en la arquitectura del país como en el ámbito de la energía. Destacando su influencia en el ámbito de la vivienda unifamiliar, siendo esta tipología la más usual ocupando así la mayor parte del terreno de las ciudades. Desde el ámbito de la construcción el uso de la madera es beneficioso tanto en la eficiencia y facilidad de implantación como en la sostenibilidad medioambiental, pero el problema aparece cuando este recurso natural se utiliza de manera incontrolada, en la calefacción de las viviendas unifamiliares. Esto da lugar a un exceso de contaminación en las ciudades, aparte de otro tipo de accidentes debidos al consumo de esta como es el caso de los incendios de las propias casas unifamiliares, eso se debe a un mal mantenimiento de las chimeneas (por un exceso acumulación de residuos que deja el propio humo en las paredes de las chimeneas). Y otro factor por el cual se usa tanto la madera es porque los inviernos son muy largos y la madera es de producción propia lo que supone un coste bajo y una accesibilidad para todo el publico.

Es pretencioso cambiar radicalmente las costumbres de la población en un corto espacio de tiempo, pero es necesario evolucionar hacia un futuro sostenible para toda la población. Teniendo en cuenta de los medios de los que dispone cada uno, ofrecerles soluciones asequibles para todos, para que todos puedan evolucionar hacia un bien comunitario sin dejar nadie atrás.

El objetivo y el propósito de este trabajo de investigación es ofrecer una solución energética sostenible para las viviendas unifamiliares de Lituania. Lo que hace posible que se pueda generalizar la mayoría de las viviendas unifamiliares es porque la mayoría de ellas se han construido siguiendo un principio constructivo común. Por ello para poder ofrecer la mejor solución común, se estudiara y analizara a fondo una vivienda unifamiliar tipo que coincida con las características de la mayoría de las viviendas del país. El objetivo de este análisis es conocer a fondo las técnicas constructivas empleadas en la construcción de estas viviendas, para poder entender el funcionamiento general de estas. De esta manera podremos conocer las ventajas y las desventajas del empleo de estas técnicas constructivas y así pudiendo proponer una mejora a estas adecuándose a sus características.

El trabajo se compondrá de dos grandes fases; la primera fase se concentrará en el análisis constructivo de la vivienda unifamiliar. Empezando desde la elaboración de la cimentación, al funcionamiento general de la estructura de la vivienda unifamiliar. Llegando a desarrollar en detalle todas las partes constructivas más complejas, para poder entender el funcionamiento general de la vivienda y con ello poder localizar las partes de esta que están fallando, y de esta manera poder intervenir en ellas ofreciendo un funcionamiento mucho más eficaz. Y la segunda fase se concentrará en el estudio funcional energético de esta vivienda, para poder comprender el funcionamiento de este sistema desde el punto de vista técnico pudiendo identificar sus puntos fuertes y débiles. Para poder posteriormente ofrecer la mejor solución técnica que se pueda integrar en este tipo de viviendas unifamiliares.

La vivienda unifamiliar objeto de investigación es de construcción de madera, con calefacción a base de combustión de madera bruta, denominado comúnmente como leña. Esta elección permitirá referirse a la mayoría de las viviendas unifamiliares del país, porque estas comúnmente se construían de madera o por omisión de bloques de hormigón en forma de ladrillo, teniendo todas ellas en común la calefacción a base de leña. En este análisis habrá una parte de viviendas que no podremos referirnos, que son las últimas en construirse, estamos hablando de los últimos 10 años. Incluso así hay algunas de ellas que parcialmente siguen utilizando la combustión directa de la madera.

La importancia de este trabajo de investigación es poder ofrecer una solución asequible a todas aquellas viviendas que no se puedan permitir construirse una nueva vivienda cumpliendo las exigencias de hoy en día. De esta forma ayudando a dar una nueva vida a viviendas que se están quedando obsoletas, dando lugar así a menos cantidad de residuos reduciendo el impacto medioambiental. Es fundamental reducir la cantidad de residuos en el ámbito de la construcción, por ello si es posible lo más preferible es rehabilitar las viviendas existentes en vez de su demolición y si en estas rehabilitaciones se utilizan materiales reutilizables se ayudara a un más a la protección y mantenimiento del medio ambiente.

-Análisis-



Tauragė, Lituania (vista aérea de la ciudad)

La vivienda objeto de estudio se encuentra en la ciudad de Tauragė, una ciudad de tamaño medio al oeste del país, cerca de la costa del mar Báltico. Esta ciudad y como el resto de las ciudad del país se asemejan en su funcionamiento. La mayoría de los habitantes de cualquiera de las ciudades viven en casas unifamiliares. Una de las principales razones de este motivo es la enorme disposición de espacio libre, lo único que frena la expansión de las ciudades son los ríos y los bosques los cuales suponen un total del 30% de la superficie total, otro motivo que facilita una rápida y ágil expansión es la propia topografía del terreno nacional la cual es totalmente plana, siendo el pico más alto de apenas 290m.

Estas características permiten que la mayoría de la población se puedan permitir vivir en una vivienda unifamiliar, esto genera muchos tipos de desventajas para el funcionamiento de las ciudades como es el caso del transporte, las largas distancias y la sobre explotación de los centros de las ciudades. Este tema de organización, limitación y mejor organización urbanística esta siendo uno de los principales y más actuales temas del país.

Pero el problema esta en que no se esta teniendo en cuenta el impacto medio ambiental que esta generando las viviendas que están en uso actualmente, desde el punto de vista arquitectónico. Se están llevando acabo proyectos de mejora energética, esto mejora la situación en una gran parte del año, pero no se ha tenido en cuenta que la mayoría de las viviendas siguen utilizando la combustión de la madero, incluso se han llegado a detectar casos de combustión de aceite. Se trata de un aspecto importante que influye durante un tiempo muy prolongado durante el año debido el propio clima del país. Por ello debería de tratarse de un tema de urgencia, para poder seguir manteniendo las condiciones naturales del país y mejorando al mismo tiempo la calidad de los terrenos forestales y de las ciudades.

-ETAPA 1°-

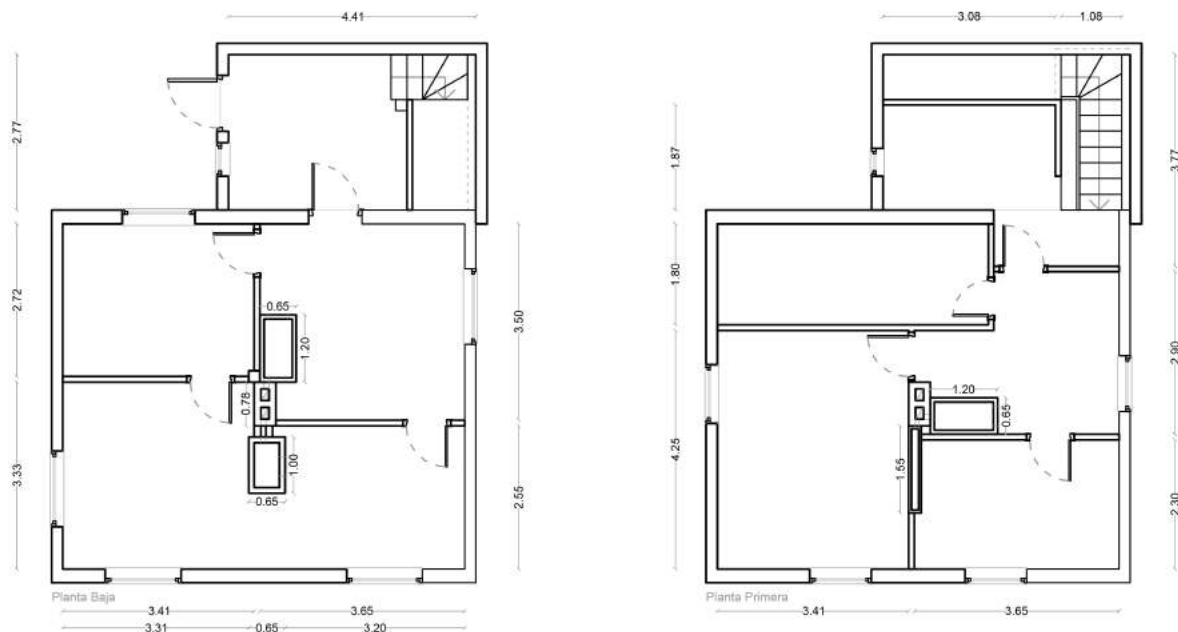


Esta primera etapa comienza con la representación del estado de construcción de la vivienda unifamiliar. Esta vivienda fue construida a finales de los años 1945, nada más al acabar la segunda guerra mundial. Esta vivienda al igual que la mayoría de las viviendas de la ciudad fue construida a base de madera, con la excepción de la cimentación y la chimenea. Cabe destacar un dato interesante de las fases constructivas de las viviendas de la época, todas ellas empezaban con la construcción de la chimenea y luego todo lo demás. Por esta razón a lo largo del territorio nacional se pueden encontrar chimeneas solitarias de obras que se han abandonado nada más empezarlas.

Para elaborar esta primera representación gráfica del estado inicial de la vivienda, se ha recurrido a un registro histórico en el cual se ha podido encontrar los primer planos del proyecto, además de las explicaciones del propietario de la vivienda, debido a que esta no fue construida exactamente como se indicaba en el proyecto.



El objetivo de esta primera etapa consiste en identificar las técnicas constructivas y elementos constructivos utilizados, para poder entender el funcionamiento de esta y posteriormente la realización de una serie de cálculos que nos ayuden entender como funciona esta vivienda energéticamente. Y así poder llegar a proponer una buena propuesta para la mejora energética adaptándose a las características de este tipo de viviendas.

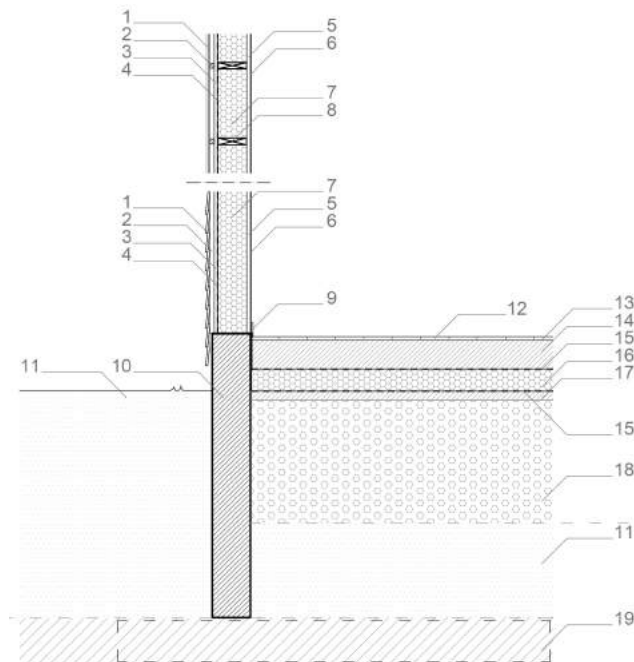


La casa esta compuesta de dos niveles, la planta baja y la planta primera. Toda la vivienda gira alrededor de la chimenea, al igual que en las tipologías de las casas de Frank Lloyd Wright. Esto permite una calefacción directa a todas los espacios de la casa, por ello las zonas que no necesitan ser climatizadas están exentas de la zona central, como es el caso de la entrada y la zona de la escalera. La chimenea se compone de tres partes, el denominado horno en el cual se produce la combustión directa de la madera, un muro cámara por el cual circula el humo y el elemento principal la chimenea. La chimenea al tratarse de un elemento vertical fijo manda sobre la organización de los de más elementos.

Lo más importante de este sistema es el muro cámara, es el que se encarga de calentar directamente los espacios. Este muro esta compuesto de piezas cerámicas con una cámara de aire en el interior, la cual esta directamente conectada con el horno. Su funcionamiento es muy simple, consiste en transmitir la energía calorífica del humo al interior de las habitaciones a travez de la transmitancia térmica del muro cámara. La gran ventaja de este sistema es que tanto la chimenea, el horno y el muro cámara tienen una masa térmica muy elevada. Esto permite que la transmisión no sea instantánea, lo que permite ir calentando la vivienda poco a poco sin tener todo el tiempo encendido el fuego. Esto permite apagar el fuego durante la noche, pero seguir obteniendo calor de los muros. La principal diferencia de una chimenea tradicional, son los muros cámara cuyo numero y tamaño depende del tamaño general de la vivienda, pero todas ellas tienen al menos uno. Esto comienza a cambiar a finales del siglo XX, pero a un así hay casas modernas que lo siguen incorporando.

Uno de los principales problemas aparece a la hora de retener este aire caliente en el interior de las casas, al tratarse de casas fabricadas de listones y placas de madera facilitan una rápida transmisión del aire caliente al exterior. Por ello ponían tanto énfasis en el

aislamiento de estas casas, pero en la mayoría de los casos no era suficiente, debido a que el resto de los cerramientos no estaban a la altura, como es el caso de las ventanas.



1. Laminas de madera de pino, 12cm x 300cm.
2. Listón de madera de pino, 2,5cm x 2,5cm.
3. Placa de madera DM, 1,5cm de ancho.
4. Lámina impermeable simple.
5. Placa de madera DM, 1,5cm de ancho.
6. Acabado interior del muro.
7. Aislamiento de fibras naturales, 15cm de ancho.
8. Listón estructural de madera de 15cm x 3,5cm
9. Listón de remate de madera, 7,5cm x 200cm.
10. Cimentación de hormigón armado, 20cm x 150cm.
11. Suelo Feozem común de la zona (alto contenido orgánico).
12. Suelo de madera natural, 1cm de ancho.
13. Lámina de polietileno de asiento.
14. Losa de hormigón, 15cm de ancho.
15. Lámina impermeable bituminosa.
16. Paneles de aislamiento térmico, resistentes a la compresión.
17. Hormigón de limpieza, hasta 5cm de ancho.
18. Capa de grava.
19. Terreno natural compactado.

Uno de los aspectos más importantes para entender el funcionamiento energético de este tipo de viviendas es la masa térmica y la resistencia térmica, son dos aspectos totalmente diferentes pero tienen que tener un equilibrio entre los dos. En el caso de la masa térmica hablaremos de la capacidad de absorber la energía para posteriormente liberarla, es el caso de la chimenea con su muro de cámara de aire. Y la resistencia térmica como la capacidad de transmitir la energía de un material, en este caso se destacará la madera. El sistema de la chimenea está compuesto por piezas cerámicas las cuales tienen una masa térmica elevada, lo que significa que son capaces de absorber la energía calorífica del humo, que posteriormente lo liberará al interior de la vivienda. En cambio en el otro extremo los cerramientos se constituyen de madera un material con poca inercia térmica pero con una resistencia térmica elevada, esto significa que la madera no es capaz de almacenar grandes cantidades de calor pero sí que puede aislarlo.

Una pieza de madera tiene una conductividad de $0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ aproximadamente, así que la resistencia térmica en 10 cm de grosor será de: $0,10 / 0,16 = 0,625 \text{ m}^2\text{C/W}$. Mientras que la conductividad de la pieza cerámica es de $1,25 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ aproximadamente, así que la resistencia térmica en 10 cm de grosor será de: $0,10 / 1,25 = 0,08 \text{ m}^2\text{C/W}$. Gracias a este cálculo se demuestra que la cerámica tiene una resistencia térmica 8 veces más baja que la de la madera, la razón es porque la madera tiene una conductividad de calor mucho más baja que la cerámica por ello aísla mejor. En cambio la capacidad de almacenar calor de la madera: $C = 625 \text{ kg/m}^3 \times 1350 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 0,10 \text{ m} = 84.375 \text{ J/m}^2\text{C}$ y de la pieza cerámica es de: $C = 2000 \text{ kg/m}^3 \times 800 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 0,10 \text{ m} = 16.000 \text{ J/m}^2\text{C}$, con ello se demuestra que la pieza cerámica es capaz de almacenar 2 veces más la energía calorífica en 1m^3 de 10cm de grosor.

Por ello tradicionalmente las viviendas en Lituania se construían de madera porque esta aislaba más que cualquier otro elemento constructivo, al igual que en los demás climas fríos.

-ETAPA 2º-



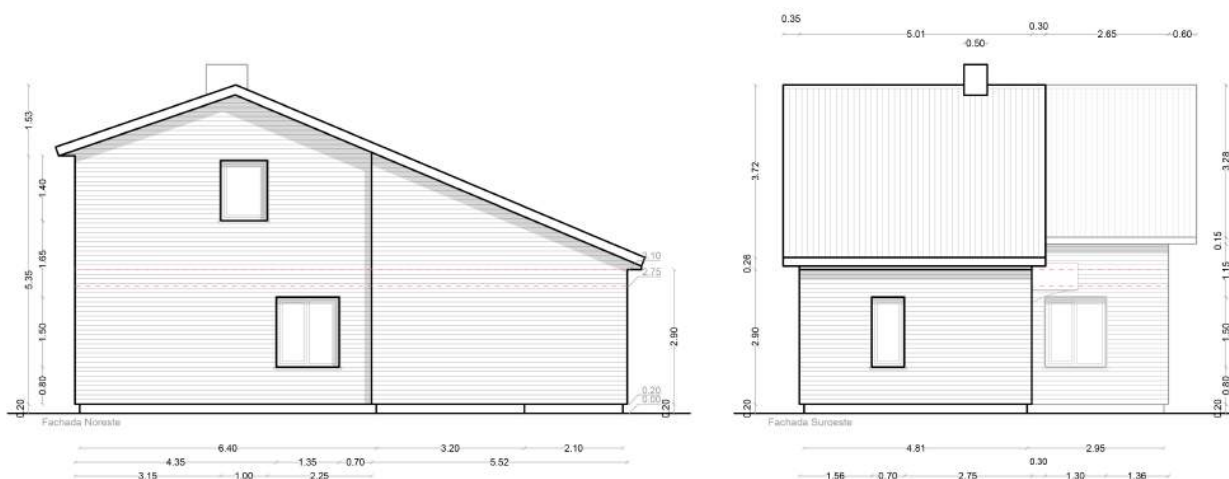
La segunda etapa se concentra en la rehabilitación de la casa para llegar a su estado actual. La vivienda hasta el año 2010 no había sufrido ningún cambio significativo, fue en este año cuando se decidió hacer una rehabilitación general de la vivienda. Esta rehabilitación tenía varios objetivos, aumentar el tamaño general de la casa para poder tener un baño y una habitación de almacenaje extra y una mejora general de las condiciones térmicas de la casa. Para mejorar las condiciones térmicas del interior de la casa se hizo una rehabilitación general de la fachada incluyendo las ventanas y la sustitución de toda la cubierta, porque la original se encontraba en malas condiciones y no cumplía las exigencias térmicas. Esta rehabilitación general de la vivienda supuso un cambio drástico en su aspecto y una mejora notable en la eficiencia climática. Por ello en esta segunda etapa se desarrollará la evolución constructiva completa en detalle para poder comprender el funcionamiento general de la vivienda, para poder posteriormente proponer una solución que se capaz de adaptarse a la tipología constructiva empleada en la construcción de esta vivienda.

La ventaja de este análisis es que la gran mayoría de las viviendas unifamiliares del país han evolucionado hasta el mismo punto que la casa objeto de investigación. Y lo más importante de ello es que la mayoría de ellas han seguido el mismo tipo de sistema constructivo para su rehabilitación, esto permitirá que la conclusión de este trabajo de investigación se pueda tener en cuenta en la mayoría de las viviendas unifamiliares del país. Hay que destacar que la mayoría de las rehabilitaciones se concentran en la mejora de la capacidad de aislamiento y el acabado exterior de las viviendas, muy pocas de ellas se plantean una mejora en el sistema de calefacción. Una de las razones es porque la mayoría de las soluciones que existen hoy en día suponen obras de grandes dimensiones, y en la mayoría de los casos son inviables debido a su alto coste. Por ello algunos usuarios deciden construirse nuevas viviendas y ello supone dos posibles escenarios, una demolición para una nueva construcción o un abandono de la parcela para una nueva obra en una parcela nueva. Los dos escenarios son inviables por ello si es posible es mucho más eficiente medio ambientalmente acondicionar las viviendas que ya existen.



Afortunadamente la mayoría de las viviendas unifamiliares como es el caso de esta optan por una rehabilitación. Como se puede observar en los planos de las fachadas el cambio volumétrico es evidente, en este tipo de cambios siempre debería de buscar una imagen final integradora en la cual el volumen añadido sea una evolución natural y no una deformación como en algunos casos que se puede observar a lo largo de la ciudad. En este caso se opta por una prolongación de la cubierta aumentando así la superficie de la planta baja, este nuevo cerramiento se construye siguiendo ya las técnicas constructivas de hoy en día y lo más interesante es ver como se consigue integrar dos sistemas constructivos totalmente distintos y de materiales distintos, todo ello lo analizaremos en esta etapa.

Otro detalle importante a destacar son los acabados exteriores de las viviendas, debido a la facilidad de ejecución y a la moda la mayoría de las rehabilitaciones realizadas en los últimos años tienen todas ellas el mismo estilo de acabado. Y no importa de que elemento constructivo fue construida la vivienda inicialmente, la mayoría de ellas han acabado con el acabado en lamas de PVC imitando la madera natural, una de las razones más por la cual se elige este material es su larga durabilidad en el tiempo y una alta gama de colores.



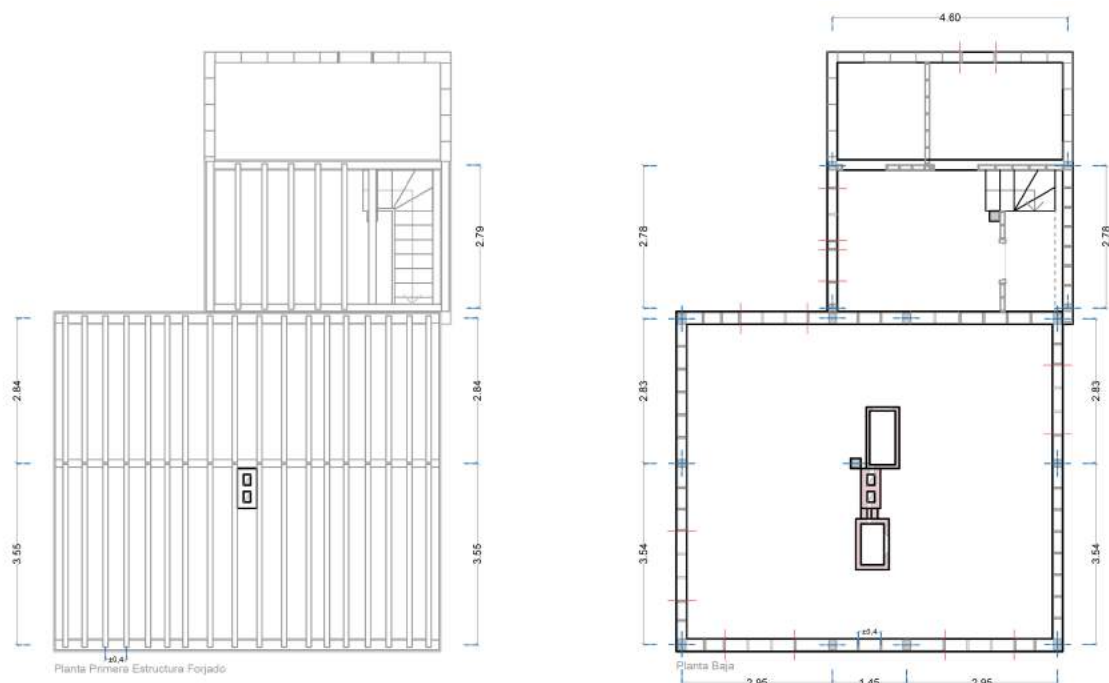
Otro elemento a destacar son las cubiertas, es el común denominador de todas las rehabilitaciones, y es debido a sus malas condiciones causadas por la condición climática y que en muchos casos los cubiertas utilizaban materiales que contenían amianto. Por ello en todas las rehabilitaciones se aprovecha su cambio y una mejora general en el aislamiento.



La casa originalmente se construyó de estructura de madera, la cual se asentaba sobre una cimentación perimetral de hormigón armado, a la hora de rehabilitarla se decide utilizar bloques de hormigón celular por su destacada sencillez de uso. Esto demuestra la capacidad de integración de los sistemas constructivos en madera con cualquier otro sistema constructivo.

El sistema constructivo utilizado para la construcción de esta casa se basa en una estructura a base de pilares y listones de madera, los pilares se ubican en las zonas más críticas donde se concentran las cargas, como es el caso de las esquinas y las zonas centrales de las luces. Mientras tanto los listones se encuentran divididos entre los principales pilares, todos a la misma distancia. En caso de las aberturas se refuerzan los bordes para un mejor descenso de cargas garantizando la estabilidad de la estructura, estas aberturas usualmente suelen ser de medidas similares y de tamaños pequeños pero pudiendo llegar a ser abundantes.

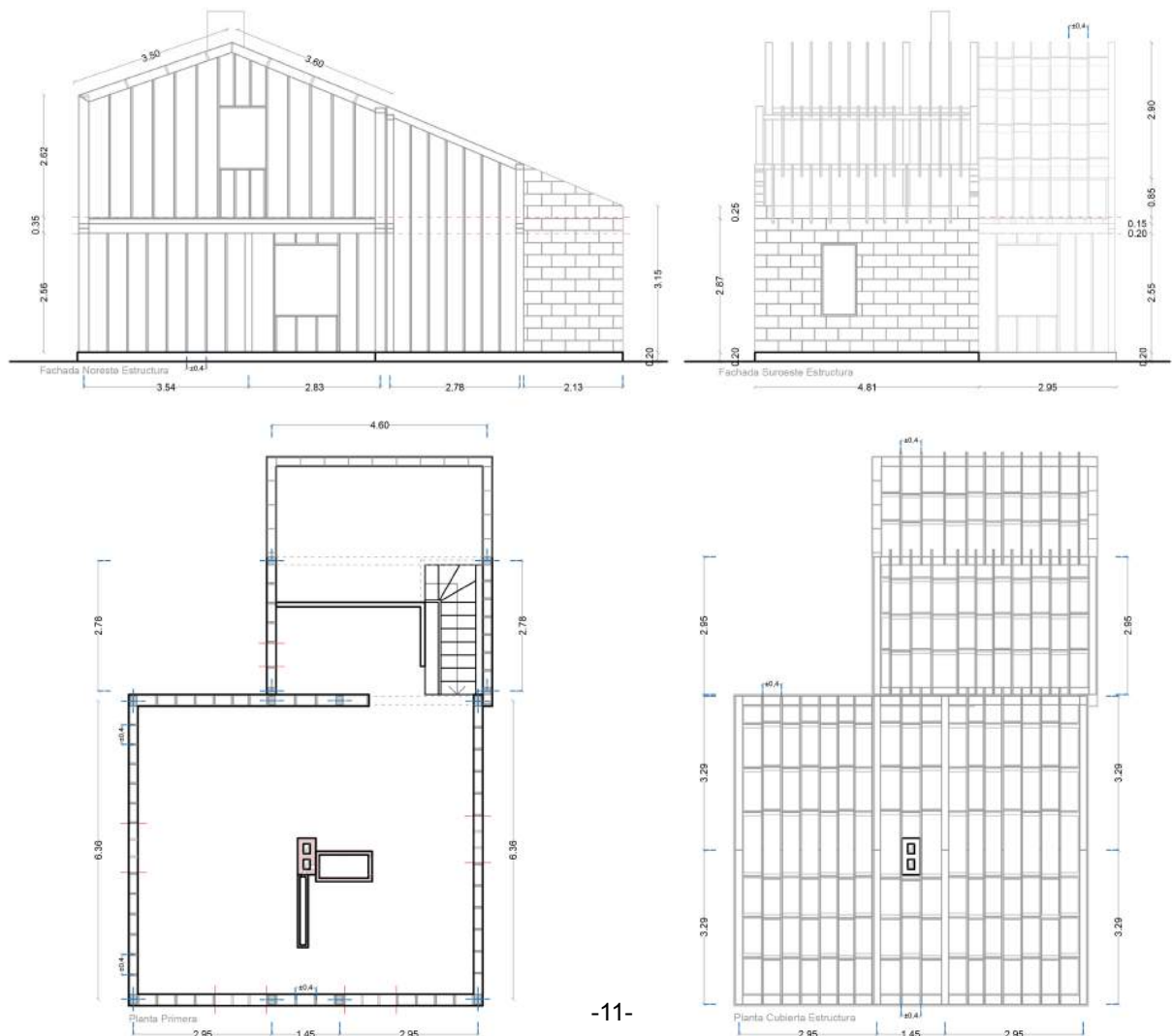
Sobre esta estructura de pilares y listones descansan las vigas junto con las viguetas, dando lugar al forjado sobre el cual se asentará otravez el mismo sistema de listones para acabar de desarrollar la siguiente planta. Esta tipología constructiva se utiliza principalmente en el desarrollo de viviendas de dos niveles, debido a su ligereza constructiva no permite un gran desarrollo en altura por falta de estabilidad a causa de las fuerzas laterales.



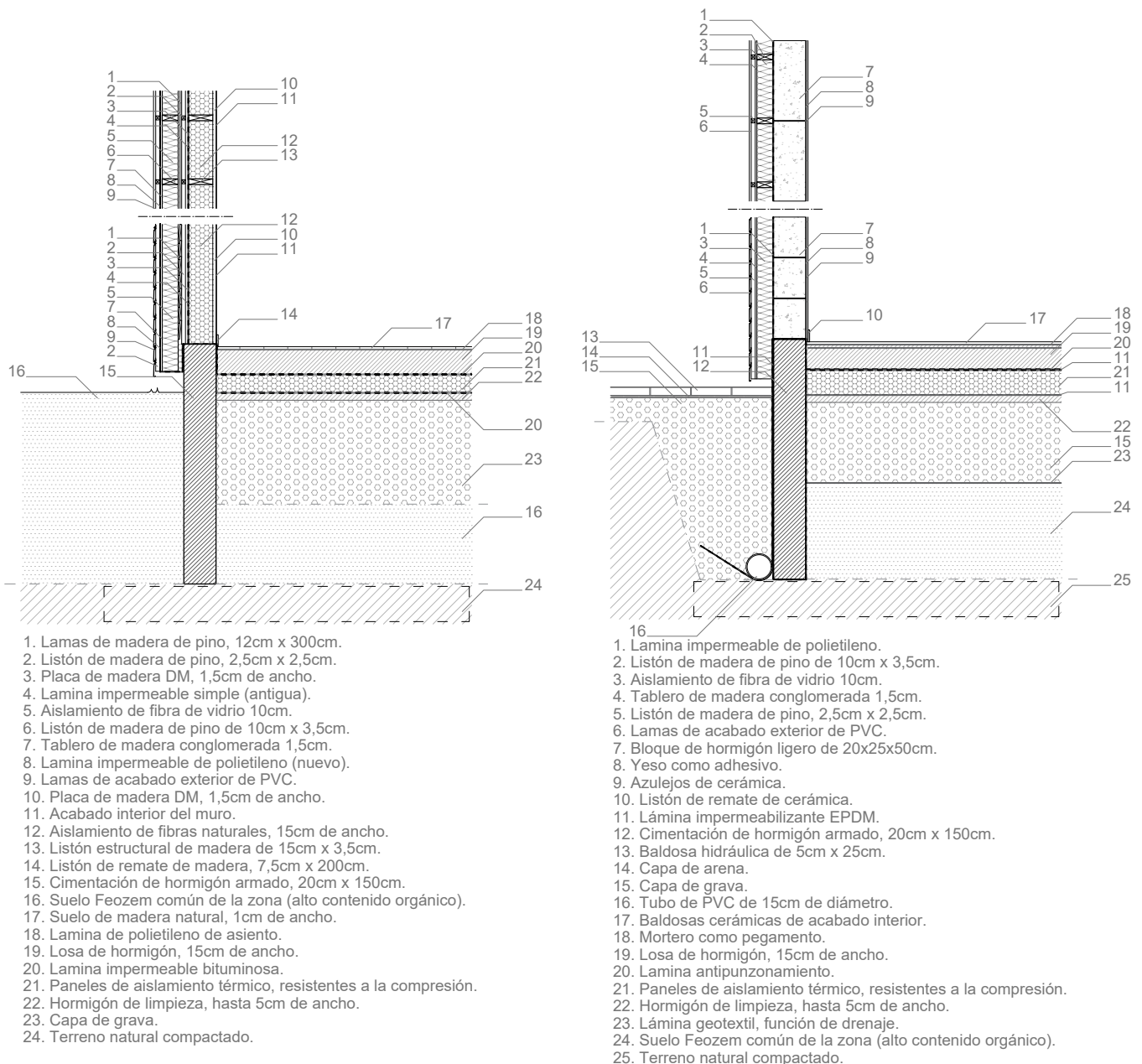
Es un sistema constructivo sencillo y rápido de ejecutar, se asemeja mucho al sistema constructivo americano el “ballon frame” este sistema se basa únicamente en listones de madera sin llegar a utilizar pilares ni jácenas por ello es a un más sencillo. Lo positivo de este tipo de sistemas constructivos es que no existe la necesidad del uso del agua a la hora de la construcción, este factor es el determinante de la velocidad de las obras. Esto generalmente da lugar a obras mucho más respetuosas con el medio ambiente. Otra gran ventaja de construir con la madera es su gran compatibilidad con el resto de elementos constructivos, como es el caso del metal o la obra en fabrica. Esto permite un amplio abanico de posibilidades constructivas a la hora de realizar una rehabilitación.

Otro gran punto a destacar es la cantidad mínima necesaria de materiales constructivos necesarios para construir una vivienda como esta, básicamente esta compuesta de diferentes formatos de la madera (listones, pilares, jácenas...), el aislamiento y elementos de union (clavos, tornillos...). Esto caracteriza a la construcción en madera como un sistema constructivo sostenible.

Lo más importante de una construcción en madera es la protección de ella contra los diversos factores climáticos, sobretudo la lluvia. Si la madera siempre esta en contacto con el agua no hay problema, el problema aparece cuando no es constante esto puede provocar que se pudra y pierda sus cualidades mecánicas. Por ello hay que tener especial énfasis en el desarrollo de la piel exterior, sobretudo la cubierta.

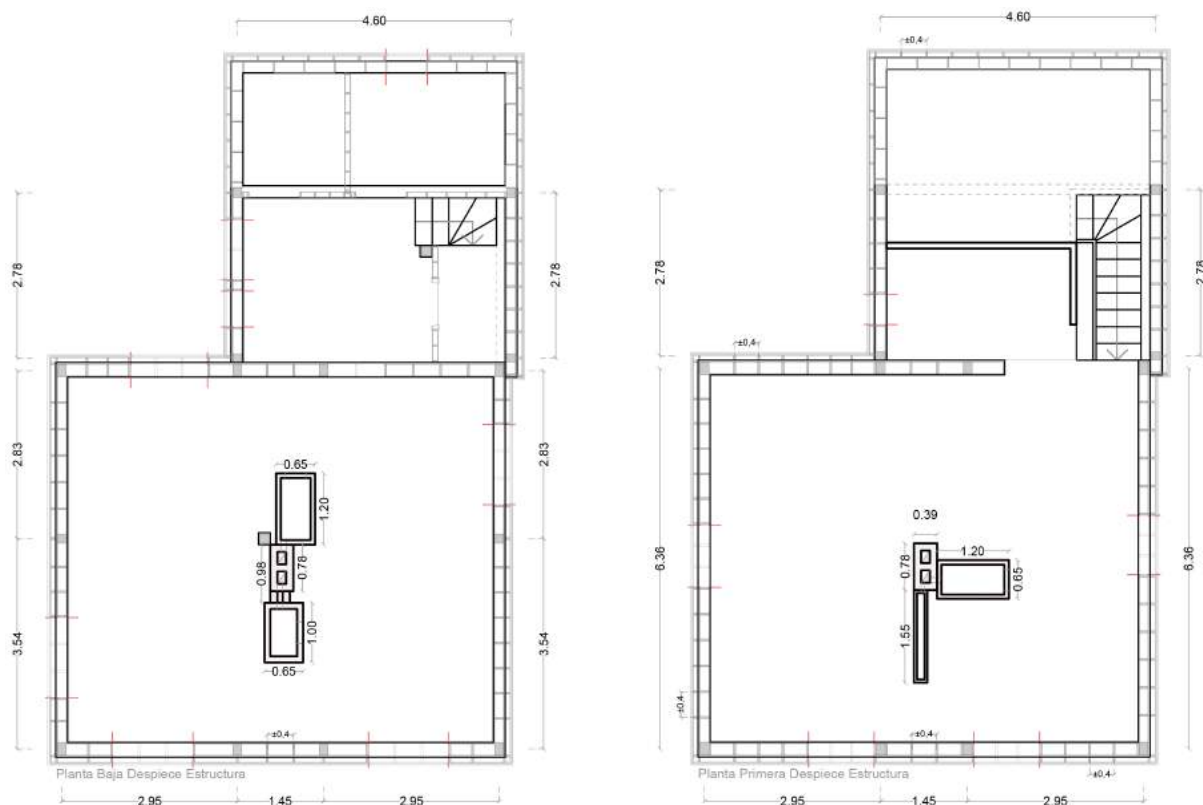


La cubierta estructuralmente se compone principalmente de listones que arrancan en la parte superior de las fachadas y se unen en la cumbrera formando una V inversa, para que estas se mantenga estables entre medias de estas se ponen listones transversales para unirlos. Para acabar de formalizar el cerramiento de la cubierta se utilizan los mismos materiales y la misma técnica que en el cerramiento de las fachadas, tableros de madera conglomerada los cuales ayudan a acabar de rigidizar la cubierta. Este tablero hará de soporte de la cubrición de la cubierta. Lo más destacable de la cubierta es su aislamiento y la barrera anti-vapor debido a que es el lugar donde se producen las condensaciones.



La rehabilitación de la envolvente de la vivienda consiste en el aumento de la resistencia térmica y mejora de las condiciones hidrófugas. Estas mejoras se realizan directamente sobre la cara exterior de la fachada, compuesta de una estructura de listones sobre la cual se enganchan los demás elementos constructivos de la formalización de la fachada.

Esta aplicación directa nos permite aumentar el ancho de la fachada y de esta forma aumentar la masa térmica de la fachada y otra razón también importante es la comodidad de la ejecución, si se tuviera que desmontar el acabado existente y cambiar todo el interior de la fachada supondría más tiempo y se generarían más desechos de la cuenta. De esta forma si es posible y el estado de la fachada lo permite lo ideal es engancharlo directamente sobre la parte externa de la fachada. En cambio en la parte nueva se utilizan materiales y técnicas de hoy en día, la gran diferencia se encuentra en la cimentación la cual esta mucho más protegida del agua que la cimentación existente. Una mejora de la cimentación existente supondría una intervención muy compleja, por ello se mejoran las cualidades del terreno circundante para que el agua sea evacuado con más velocidad para que no de tiempo de afectar a la cimentación existente.



Tal como se ve en estas dos plantas se representa el estado final de la envolvente de la casa y su elemento principal el sistema de calefacción. Esta rehabilitación aumento en 15cm el ancho de la fachada, la ventaja de las viviendas unifamiliares es poder realizar este tipo de rehabilitaciones por fuera de la fachada. Esto permite un aislamiento total sin puentes térmicos, al mismo tiempo garantizando la estanqueidad ante el agua. En la parte nueva de la ampliación es importante destacar la elección de los bloques de hormigón celular, a diferencia de los bloque de hormigón normales estos son completamente macizos y al mismo más ligeros. Esto se debe a que en su interior hay burbujas de tamaño minúsculo, esto le permite ser más ligero y al mismo tiempo aislar mucho más que un bloque de hormigón normal. Otra ventaja de este material es que deja pasar el vapor del aire evitando condensaciones en el interior de la vivienda, siendo un material adecuado en climas fríos.

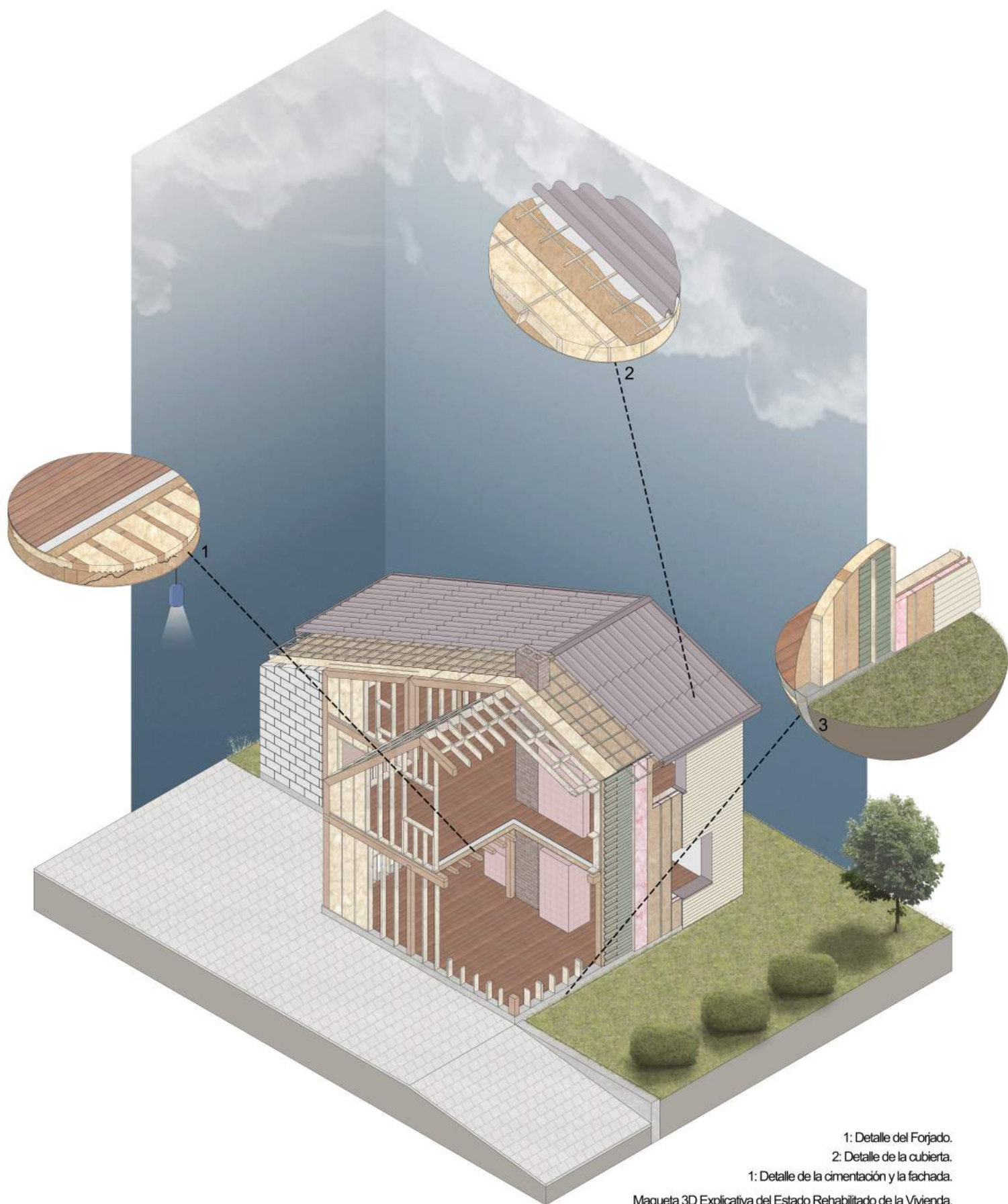
Fachada Estado Inicial	Grosor (en m)	λ	R	U
Convección de aire interior				0,06
Acabado interior de Yeso	0,005	0,3	0,017	
Tablero DM	0,015	0,14	0,1	
Aislante de fibras naturales	0,15	0,034	4,41	
Lamina impermeabilizante	0,005	0,24	0,02	
Tablero DM	0,015	0,14	0,1	
Camara de aire				0,17
Lama de madera	0,01	0,14	0,07	
Convección de aire exterior				0,13
			5,077	0,19
Fachada Estado Rehabilitado				
Pared estado inicial			5,077	
Aislante de fibra de vidrio	0,1	0,04	2,5	
Lamina impermeabilizante	0,005	0,24	0,02	
Tablero conglomerado	0,015	0,15	0,1	
Camara de aire				0,17
Lamas de PVC	0,01	0,17	0,05	
			7,917	0,12

El muro del estado original cuenta con una transmitancia térmica U de $0,19\text{W/m}^2\text{°C}$ es una cifra aceptable teniendo en cuenta las condiciones climáticas del país, esto supondría un flujo de calor de; $\Phi = 0,19\text{W/m}^2\text{°C} \times (20\text{°C} - (-5\text{°C})) = 4,75\text{W/m}^2$, en condiciones climáticas medias de un día de invierno.

En cambio el muro rehabilitado cuenta con una transmitancia U de $0,12\text{W/m}^2\text{°C}$, dando lugar a un flujo de calor de; $\Phi = 0,12\text{W/m}^2\text{°C} \times (20\text{°C} - (-5\text{°C})) = 3,00\text{W/m}^2$, en las mismas condiciones climáticas. Esto significa que la rehabilitación llevada a cabo supone una mejora en la eficiencia de la vivienda en un 35%.

Gracias a ello se reducen las horas de calefacción y además el calor generado permanece más tiempo en la vivienda. Con ello aparte de reducir la cantidad de leña usada para la calefacción, se logra reducir al mismo tiempo la contaminación del medio ambiente y la deforestación de los bosques. Es un gran avance para la sostenibilidad de la zona, pero a un así no es suficiente. Hay que tratar de disminuir al mínimo posible la combustión directa de la madera bruta.

Para poder llegar a visualizar en su totalidad la vivienda objeto de estudio a continuación se representa un modelo 3D en axonométrico explotado, junto con los detalles más destacables. Este modelo permite comprender el funcionamiento de la estructura original de la casa y la manera de integrarse con el volumen añadido. Además se entiende perfectamente como funciona la rehabilitación de la envolvente de la vivienda.



-ETAPA 3°-

Esta tercera etapa se concentra en el sistema climático de la vivienda y el estudio de la propuesta de esta. La razón de ello es debida a que la mayoría de las viviendas unifamiliares del país utilizan la combustión de la madera como la principal fuente de energía. La combustión de la madera se clasifica como una reacción exotérmica, ello quiere decir que se produce una separación de diferentes elementos como es el caso del agua, la energía y el CO₂. Parte de esta energía se emplea para la climatización de la vivienda y la parte restante junto con el agua en forma gaseosa y el CO₂ se liberan al medio ambiente.

Esta liberación de CO₂ no sería problemática si solo existiesen uno o dos casos por vecindario, el problema esta en que la mayoría de ellos utilizan este sistema para climatizar las viviendas. Aparte del CO₂ existe otro problema debido a un mal mantenimiento de las chimeneas, cada año da la casualidad que una de estas viviendas se incendian y es debido a los residuos que se van depositando en las paredes de las chimeneas. Normalmente estas cada cierto tiempo se limpian, pero siempre hay alguna excepción que desgraciadamente acaba en incendio.

El motivo por el cual este sistema se ha mantenido durante tanto tiempo es debido al bajo coste de la madera junto con su alta disponibilidad en cualquier parte del país, esto se debe a sus extensas zonas forestales. Si estas viviendas pudieran evolucionar hacia otro sistema más eficiente permitiría seguir manteniendo los territorios forestales en sus condiciones originales. Al mismo tiempo permitiría disminuir la contaminación del aire en las temporadas frías debido a que solo en esos periodos de tiempo se utilizan las chimeneas.

En estos momentos existen suficientes nuevos sistemas climáticos que nos puedan ayudar a solventar este problema, por ello en esta etapa se propondrá una solución que pueda adaptarse a este tipo de viviendas. La mayoría de ellos suponen obras de grandes magnitudes, porque están más enfocados en la instalación en obras de nueva construcción. El objetivo es proponer una solución constructiva que sea capaz de integrarse en la estructura ya existente sin tener que llegar a realizar grandes cambios, teniendo en cuenta el impacto medioambiental que pueda generar la propuesta.

La razón por la que esta propuesta pueda funcionar es gracias a la similitud en el funcionamiento base de la mayoría de las viviendas unifamiliares del país. El objetivo es que no se abandonen o deriven estas viviendas, para posteriormente construir otra semejante al costado. Es importante si las condiciones de la vivienda lo permiten, rehabilitarla y dejarla en unas condiciones dignas de las exigencias constructivas de hoy en día.

El sistema climático que más se puede adaptar a las condiciones de la vivienda y su localización, es un sistema climático centralizado a base de una caldera de biomasa. Es un sistema climático muy eficiente que funciona a base de la combustión de pellets, aparte de climatizar la vivienda permite calentar el agua sanitario de la casa esto permitiría dejar de usar la caldera eléctrica siendo así a un más eficientes.

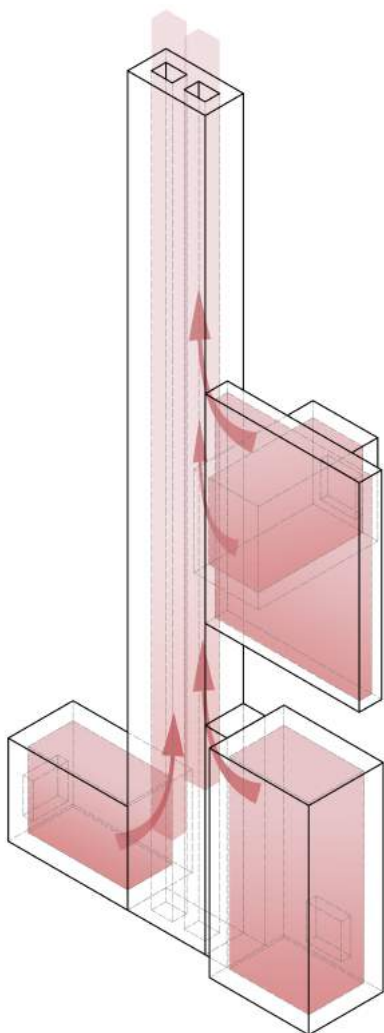
Al tratarse de una instalación centralizada permitiría sustraer los hornos de madera de la vivienda dando lugar así a más espacio. El objetivo de esta intervención es integrar el sistema de la caldera de biomasa con su respectiva instalación con el antiguo sistema constructivo de las chimeneas. La forma más plausible para llevarlo a cabo es instalar la caldera en la planta baja y desde ahí distribuir la instalación de las tuberías. El hueco de la chimenea permite subir la instalación hacia la planta de arriba como si se tratase de un mini patio para el paso de las instalaciones. La instalación de climatización funcionaría igual que un suelo radiante pero esta vez en vez de ser en horizontal sería en vertical, y se localizaría en los huecos de los muros cámara por los cuales antiguamente circulaba el humo. Estos muros cámara tienen suficiente espacio dentro para contener dentro la instalación de las tuberías y tendrían la misma función que antes irradiar calor hacia las habitaciones que lo rodean.

La instalación de las tuberías en los muros cámara no supondría mucho trabajo porque estos no llegan hasta el techo y permiten un fácil acceso por la parte de arriba sin tener que llegar a desmontarlos por completo. Este sistema radiante es el que mejor se adapta a esta estructura existente sin tener que llegar a realizar grandes obras en la vivienda.

Lo más importante de esta instalación es el nuevo rendimiento obtenido, antes la chimenea contaba con un rendimiento entre el 35% y un 50% de rendimiento de la instalación dependiendo de la estanqueidad de esta (si fuera una chimenea abierta sería tan solo un 20%). Mientras que una caldera de biomasa trabaja a un rendimiento del 90%.

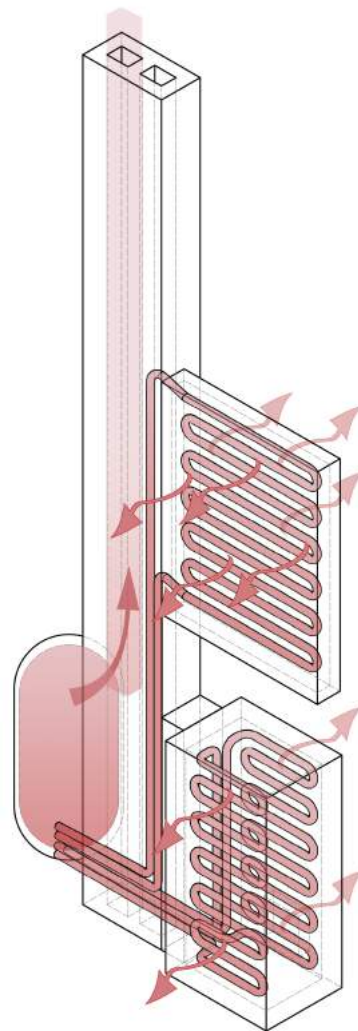
Esto significa que 1kg de madera que es capaz de proporcionar 4kwh solo se aprovecha el 1,7kwh aproximadamente, en cambio 1kg de pellets de un valor energético de 5kwh en la caldera de biomasa produce 4,5kwh. La caldera de biomasa es un 50%-60% más rentable que el antiguo sistema de combustión de la madera bruta.

La mejora del rendimiento también afecta al rendimiento de las emisiones del CO₂, en el caso de la madera 1kg de combustión de esta da lugar a 1,63kg de CO₂ mientras tanto 1kg de pellets producen 0,34kg de CO₂ una mejora del 80%. Se considera una contaminación neutra debido a que es la misma cantidad de CO₂ absorbido durante su crecimiento previo.



Sistema Climático Original:

- Funciona a base de la combustión directa de la madera.
- No se puede controlar la temperatura generada (la temperatura del humo oscila entre 250°C - 350°C dependiendo de la madera).
- Exige una vigilancia constante, para prevenir accidentes.
- Mantenimiento continuo de la instalación para prevenir su propio incendio.
- Genera muchos residuos como la cenizas, por ello precisa de una limpieza diaria.
- Sistema energético muy poco eficiente.
- Tiene un nivel alto en la contaminación del medio ambiente, sobretodo por el CO₂.
- Es un sistema muy poco seguro para los propios usuarios, es muy sencillo quemarse al tocar ciertas partes del horno.
- Los hornos de combustión ocupan mucho espacio.



Sistema Climático Propuesta:

- Funciona a base de la combustión de pellets o madera.
- Hay un control total sobre la energía generada.
- Funcionamiento automatizado, no precisa de la vigilancia.
- Necesita de muy poco mantenimiento del sistema para un funcionamiento correcto.
- Muy pocos residuos sólidos generados.
- Sistema energético muy eficiente.
- Tiene unos niveles de contaminación muy bajos.
- Sistema climático seguro gracias a su alta tecnología.
- Es un sistema climático centralizado solo precisa de una única localización, la misma instalación sirve también para calentar el agua sanitario de la vivienda.

-CONCLUSIÓN-

Gracias a este trabajo de investigación se puede tener una idea clara del funcionamiento y características principales de las viviendas unifamiliares de Lituania. La investigación se concentra en un caso particular de construcción en madera, lo cual permite profundizar más sobre este tipo constructivo. Se resuelven los detalles más relevantes y se explica el funcionamiento de la estructura principal, pero a un así se puede profundizar mucho más en este tema. Pero lo importante es poder entender el funcionamiento general de estas viviendas para poder intervenir en ellas adecuadamente.

En la resolución de la problemática principal de este tipo de viviendas se propone el sistema energético más adecuado a las condiciones generales, tanto constructivamente como socialmente. El sistema de calderas de biomasa permite seguir funcionando gracias a los residuos generados en los terrenos forestales sin tener la necesidad de talar ni un árbol, también se podrán llegar a aprovechar los residuos generados por las industrias.

Hay una desventaja al usar este tipo de sistemas es el costo elevado de la instalación inicial de este tipo de equipos, son muy caros en comparación a los demás sistemas energéticos como es el caso de una caldera de gas o una eléctrica. Pero la ventaja se encuentra en el precio del combustible, los pellets son muy baratos y permite recuperar la inversión inicial en un par de años. Hay que destacar que este sistema no es solo para climatizar la vivienda también permite calentar el agua sanitario de la casa, permitiendo prescindir de la caldera eléctrica del agua.

La gran ventaja de este sistema aparte de que se adapta con relativa facilidad a la estructura de la vivienda, es su gran eficiencia energética y el impacto casi nulo en el medio ambiente. Si la mayoría de las viviendas unifamiliares hiciesen una evolución hacia este tipo de sistema permitiría conservar más el medio ambiente del país y conservar el aire limpio durante las temporadas frías del año.

En conclusión, este trabajo de investigación permite comprender el gran impacto que generan las viviendas unifamiliares en el ambiente de la ciudad y como funcionan estas desde el punto de vista constructivo, destacando las principales características de la construcción en madera y su importancia en el ámbito medioambiental. Pudiendo finalmente proponer un sistema climático eficiente capaz de adaptarse a todas estas exigencias.

-BIBLIOGRAFÍA-

- Arquitectura y energía natural; Rafael Serra Florensa y Helena Coch Roura.
- Casas de madera; José Enrique Peraza Sánchez.
- Apuntes de Condicionament i Serveis; Fuente Autor.
- Apuntes de Construcción; Fuente Autor.
- Lietuvos miškuose; Gediminas Isokas.
- Medinė architektūra Lietuvoje; Alfredas Jomantas.
- idae.es (instituto para la diversificación y ahorro de la energía)
- Manual de combustibles de Madera; Valter Francescato, Eliseo Antonini y Luca Zuccoli.